



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 64 016 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**A 61 B 6/08**

②① Aktenzeichen: 199 64 016.5  
②② Anmeldetag: 30. 12. 1999  
④③ Offenlegungstag: 19. 7. 2001

DE 199 64 016 A 1

⑦① Anmelder:  
BrainLAB AG, 85551 Kirchheim, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Schwabe, Sandmair, Marx, 81677 München

⑦② Erfinder:  
Vilsmeier, Stefan, 85586 Poing, DE; Fröhlich,  
Stephan, 85609 Aschheim, DE

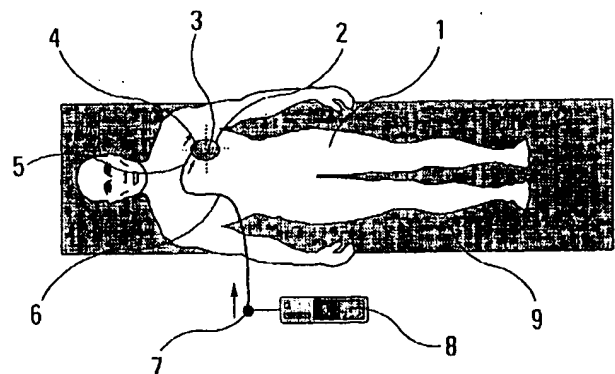
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 198 44 767 A1  
DE 198 25 999 A1  
DE 197 50 698 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Positionierung eines Körpers mit einem Lagesensor zur Bestrahlung

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Positionierung eines Körpers (1) für eine Bestrahlung mit den Schritten: Einführen eines Lagesensors (6) in den Körper (1); Ermitteln der Lage des Sensors (6) relativ zu einem zu bestrahlenden Punkt bzw. Volumen (2); und Positionieren des Körpers (1) mittels der Signale des Lagesensors (6), so daß der zu bestrahlende Punkt bzw. das zu bestrahlende Volumen (2) in bzw. in einem bestimmten Bereich um ein Isozentrum (3) liegen; sowie eine Vorrichtung zur Positionierung eines Körpers (1) mit einem Lagesensor (6), welcher in den Körper (1) einbringbar ist; einer steuerbaren Vorrichtung (9) zur Bewegung des Körpers (1); einer Steuervorrichtung (8), welche die steuerbare Vorrichtung (9) zur Bewegung des Körpers (1) in Abhängigkeit von den durch den Lagesensor (6) ermittelten Signalen ansteuert.



DE 199 64 016 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Positionierung eines Körpers zur Durchführung einer Bestrahlung sowie auf eine Vorrichtung mit welcher eine solche Positionierung durchgeführt werden kann, als auch die Verwendung eines Lagesensors in der Radiochirurgie und Radiotherapie.

Strahlenbehandlungen werden insbesondere bei der Behandlung von Tumoren im menschlichen Körper eingesetzt. Dabei werden z. B. in der Radiochirurgie sehr hohe Strahlendosen verwendet, so daß eine exakte Positionierung des zu bestrahlenden Gewebes erforderlich ist, da sonst umliegendes und gesundes Gewebe zerstört werden kann.

Bisher wurde die Lage eines Tumors z. B. durch Computertomographie des Körpers ermittelt, wobei dann Referenz- oder Marker-Punkte auf der Hautoberfläche des zu bestrahlenden Patienten angebracht wurden. Für die Positionierung wurde die Lage des Tumors ausschließlich durch die auf der Körperoberfläche angebrachten Markierungen bestimmt. Anschließend wurde die Bestrahlung durchgeführt. Der Tumor des Patienten soll dabei zur Bestrahlung in das Isozentrum z. B. eines Linearbeschleunigers gelegt werden. Der Begriff Isozentrum beschreibt den Punkt im Raum durch welchen alle Strahlen des Linearbeschleunigers gehen, unabhängig von der Lage eines Tisches, auf welchem der Patient liegt, und dem Gantry Winkel. Wird aus verschiedenen Richtungen bestrahlt, summiert sich die Dosis im Isozentrum auf, wobei das vom Isozentrum weiter entfernt liegende Gewebe mit einer geringen Strahlendosis belastet wird.

Bei der Verwendung von auf der Hautoberfläche angeordneten Markierungen zur Bestimmung der Lage des Tumors ergeben sich jedoch einige Probleme. So können sich z. B. die auf der Hautoberfläche des zu bestrahlenden Patienten angebrachten Marker verschieben, so daß eine Fehlpositionierung des Isozentrums außerhalb eines zu bestrahlenden Tumors verursacht wird. Auch die Lage des Tumors selbst kann sich nach erfolgter Positionierung der Marker verschieben, wenn z. B. der Patient einen Tumor im Bereich des Magens aufweist und nach der Positionierung der Marker und vor der Bestrahlung noch etwas trinkt, so daß sich der Magen erweitert. Bei Lungentumoren können sich bedingt durch die Atmung Verschiebungen von bis zu zwei Zentimetern der Lage eines Tumors ergeben. Diese Beispiele verdeutlichen, daß es nach der Ermittlung der Lage eines Tumors, z. B. durch Computertomographie, zu einer Verschiebung des zu bestrahlenden Gewebes oder der Marker kommen kann, so daß das Isozentrum fehlerhaft nicht in dem zu bestrahlenden Gewebe liegt. Dies hat zur Folge, daß gesundes Gewebe bestrahlt und zerstört wird, wobei das eigentlich zu bestrahlende Gewebe nur im Randbereich der Bestrahlung liegt oder sogar gar nicht mehr von der Bestrahlung erfasst wird.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Positionierung eines Körpers für eine Bestrahlung vorzuschlagen, mit welchen ein zu bestrahlender Punkt bzw. Bereich genau im bzw. in einem definierten Bereich um ein Isozentrum positioniert werden kann, so daß die Bestrahlung exakt und zielgenau durchgeführt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die mit der Erfindung verbundenen Vorteile basieren darauf, daß ein Lagesensor in den Bereich einer zu bestrahlenden Stelle in den Körper eingeführt und die Lage des Sen-

sors relativ zu dem zu bestrahlenden Punkt bzw. Volumen ermittelt wird, wobei der Körper dann unter Verwendung der Signale des Lagesensors so positioniert wird, daß der zu bestrahlende Punkt bzw. Bereich im Isozentrum bzw. in einem vorgegebenen Bereich um dieses liegt. Die eigentliche Bestrahlung wird dann unter Verwendung der durch den Lagesensor bestimmten Position des Tumors durchgeführt. Ein in den Körper eingebrachter und relativ verschiebungssicher im Verhältnis zum zu bestrahlenden Bereich, wie z. B. einem Tumor, positionierter Lagesensor kann z. B. unmittelbar in einem Tumor oder in einem definiertem Lageverhältnis zu diesem verankert werden, so daß eine Verschiebung des Lagesensors im Verhältnis zum Tumor durch z. B. Atmung des Patienten nicht mehr möglich ist. Der Lagesensor kann dabei Signale bezüglich seiner eigenen Position abgeben, aus welchen seine Lage im Raum eindeutig ermittelt werden kann, welche zur genauen Positionierung des Körpers oder auch zur Steuerung der Bestrahlung dienen können. Prinzipiell kann als Lagesensor jeder Sensor verwendet werden, welcher es ermöglicht die räumliche Lage, also zum Beispiel die Koordinaten eines bestimmten Punktes des Sensors im Raum, eindeutig zu ermitteln. Es gibt kabel- oder bandförmige flexible Sensoren, bei welchen es möglich ist anhand der von dem Sensor ausgehenden Signale den Verlauf des Sensorkabels im dreidimensionalen Raum zu ermitteln. So kann z. B. die Krümmung des Sensors an jedem beliebigen Punkt entlang seines Verlaufes ermittelt werden, so daß leicht einer oder eine Mehrzahl an Referenzpunkten auf dem Sensor ermittelt werden können, welcher bzw. welche in ein festes nicht oder nur kaum veränderbares Lageverhältnis zu einem zu bestrahlenden Gewebe gebracht werden können. Ist ein solcher Lagesensor in den Körper im Bereich der zu bestrahlenden Stelle eingeführt und geeignet positioniert worden, so kann eine exakte Bestrahlung der gewünschten Stelle unter Verwendung der Positionssignale des Sensors durchgeführt werden, welcher vorzugsweise die exakte Position des zu bestrahlenden Gewebes zu jedem Zeitpunkt ermitteln kann.

Bevorzugt wird der Lagesensor unter Zuhilfenahme der aus einer Computertomographie oder Kernspintomographie oder einer anderen diagnostischen Untersuchungen, wie z. B. Palpation, gewonnen Informationen in den Körper eingeführt und sein Ende bzw. ein definierter Punkt auf dem Sensor im bzw. in der Nähe des Tumors positioniert. Danach kann der Lagesensor z. B. im Tumor oder im an den Tumor angrenzenden Gewebe oder im bzw. am Knochen fest verankert bzw. fixiert werden. Dies kann z. B. mittels von außen bewegbarer Halte- oder Klammerelemente am eingeführten Lagesensor erfolgen. Anschließend wird das relative Lageverhältnis des Lagesensors zum Zielpunkt im Zielvolumen, z. B. der Abstand und Richtungsvektor, mittels eines geeigneten Verfahrens, z. B. einer zweiten Computertomographie, ermittelt. So kann ein festes Lageverhältnis von Lagesensor und Zielpunkt definiert werden.

Gegebenenfalls kann eine Neupositionierung des Endes oder einer anderen Stelle des Lagesensors erforderlich sein, falls die Distanz zwischen Sensor und Zielpunkt zu groß erscheint oder falls nicht sichergestellt werden kann, daß sich Tumor und Sensor in der selben Weise im Körper bewegen, also nicht relativ zueinander ortsfest sind.

Es ist jedoch auch möglich den Lagesensor mittels eines anderen Verfahrens in den Körper im Bereich der zu bestrahlenden Stelle einzubringen und dort auf geeignete Weise zu fixieren, wie z. B. unter Verwendung eines vorteilhaft mit dem Lagesensor verbundenen Endoskops, so daß von außerhalb des Körpers mitverfolgt werden kann, ob der Lagesensor geeignet im Bereich des zu bestrahlenden Gewebes liegt oder gegebenenfalls noch weiter verschoben

werden muß, was natürlich auch mit den oben beispielhaft erwähnten geeigneten Verfahren überprüft werden kann.

Ebenfalls ist es möglich die beiden soeben beschriebenen Verfahren zum Positionieren des Lagesensors zu kombinieren.

Der Lagesensor kann über den gesamten Behandlungszeitraum im Körper verbleiben oder alternativ bei jeder Behandlung neu eingesetzt und ggf. positioniert werden.

Die Bestrahlung des durch den Lagesensor markierten Körpergewebes kann dann z. B. so erfolgen, daß ein sich z. B. durch Atmung bewegender Lungentumor nur dann bestrahlt wird, wenn die Signale des Lagesensors anzeigen, daß sich der Tumor gerade in einem definierten Bereich um das Isozentrum befindet. Wandert der Tumor aufgrund einer Atembewegung außerhalb dieses Bereichs, so wird die Strahlenquelle einfach abgeschaltet, bis der zu bestrahlende Bereich wieder innerhalb des erlaubten Bereichs gelangt. Diese Betriebsart der Bestrahlung wird auch als "gated radiotherapy" bezeichnet und kann insbesondere unter Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens exakt durchgeführt werden. Ebenso ist es möglich, daß die Position des zu bestrahlenden Bereichs durch Verschieben des Körpers so verändert wird, daß der Bereich sich wieder in einem erlaubten Bereich um das Isozentrum befindet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestrahlung eines Körpers weist den oben beschriebenen Lagesensor auf, welcher in den Körper einbringbar ist. Weiterhin ist eine steuerbare Vorrichtung zur Bewegung eines Körpers vorgesehen, welche von einer Steuervorrichtung angesteuert wird, so daß aus der von der Steuervorrichtung ermittelten Position des Lagesensors ermittelt wird, ob sich ein zu bestrahlendes Volumen innerhalb des erlaubten bzw. gewünschten Bereichs z. B. um ein Isozentrum befindet oder nicht. Basierend auf der durch die Auswertung der Signale des Lagesensors ermittelten Position des zu bestrahlenden Volumens wird der Körper und damit der zu bestrahlende Bereich positioniert und ggf. wird in Abhängigkeit von der momentan ermittelten Position des zu bestrahlenden Bereichs die Strahlenquelle an- und ausgeschaltet.

Hierbei kann die Strahlenquelle auf bekannte Weise um einen zu bestrahlenden Patienten herumgeführt werden, welcher bevorzugt ortsfest auf einer bewegbaren Vorrichtung, also z. B. einem Tisch oder einer geeigneten Liege positioniert ist.

Da – wie oben ausgeführt – die Möglichkeit besteht, daß es zu einer Verschiebung des zu bestrahlenden Volumens im Patienten kommen kann, kann der z. B. auf einer Liege ortsfest aufgelegte Patient vor oder auch während einer Strahlentherapie verschoben werden, wenn sich aus den Signalen des Lagesensors ergibt, daß z. B. ein Tumor zu weit aus dem Isozentrum gewandert ist. Die Verschiebung kann sowohl bei bestimmten Ereignissen, falls sich der Patient z. B. bewegt hat, oder kontinuierlich, z. B. um die atembedingte Tumorbewegung auszugleichen, erfolgen. Ein basierend auf den Signalen des Lagesensors geeignetes Verschieben des Patienten oder die Anpassung des Liege- bzw. Tischwinkels kann den gewünschten Behandlungserfolg sicherstellen. Ebenso kann auch die Strahlenquelle selbst in Abhängigkeit von den Sensorsignalen geeignet positioniert bzw. bewegt werden, z. B. durch Veränderung des Gantry-Winkels.

Vorteilhaft wird ein Biegesensor als Lagesensor verwendet, welcher es ermöglicht die Krümmung und damit die genaue Lage seiner Position, bevorzugt die Lage aller auf dem Sensor befindlichen Punkte im Raum, anhand von Ausgangssignalen zu ermitteln.

Bevorzugt wird eine optische Faser, insbesondere ein Glasfasersensor als Lagesensor verwendet, da dieser bei einer Computertomographie im Verhältnis zu umliegendem

Gewebe gut sichtbar ist und keinen nachteiligen Effekt auf umliegendes Gewebe hat. Glasfaserkabel eignen sich insbesondere aufgrund ihrer Biokompatibilität zum Einbringen in Gewebe.

5 Aus Glasfaser bestehende Lagesensoren sind allgemein bekannt und basieren auf unterschiedlichen Prinzipien wie z. B. der Messung einer Modulation des durchgeleiteten Lichtes, welche durch eine Krümmung beeinflusst wird. Es können an der Oberfläche eines Glasfaserkabels z. B. 10 Bragg-Gitter aufgeätzt werden, um durch eine Messung von durch das Glasfaserkabel hindurchgeleitetem bzw. reflektiertem Licht Informationen bezüglich der Krümmung und damit der Lage der Glasfaser zu erhalten. Weiterhin ist es auch möglich eine Mehrzahl einzelner Beugungs- oder Lagesensoren zusammenzufassen und als Lagesensor im Sinne 15 der Erfindung zu verwenden, wobei solche Lagesensoren auch auf mechanischen oder anderen Prinzipien beruhen können. Da solche Lagesensoren im Stand der Technik bekannt sind, wird hier nicht näher darauf eingegangen.

20 Bevorzugt ist an dem einzubringenden Ende des Lagesensors oder in einem gewissen Abstand davon z. B. im Umfangsbereich des Lagesensors eine Einbringhilfe vorgesehen, welche z. B. aus einem Endoskop besteht, um von außerhalb des Patientenkörpers erkennen zu können, ob sich 25 der Lagesensor in einem gewünschten Bereich befindet. Ergänzend können geeignete Vorrichtungen zur Krümmung des Lagesensors durch von außen durchgeführte Steuerbewegungen vorgesehen sein, um beispielsweise den Lagesensor beim Einbringen in den Körper um einen Knochen herumzuführen. Hierzu können beispielsweise verschiedene 30 Kunststoffstreifen oder Streifen aus einem anderen Material vorgesehen sein, welche durch verschieben ihrer relativen Lagen zueinander eine Krümmung in eine gewünschte Richtung erzeugen. Zusätzlich ist es möglich bestimmte Fixierungsvorrichtungen an dem Lagesensor anzubringen, wie 35 z. B. in verschiedene Richtungen ausfahrbare Elemente, um den Lagesensor ortsfest in einem bestimmten Gewebe zu verankern.

Bevorzugt ist z. B. an der Steuervorrichtung oder, Be- 40 strahlungsvorrichtung als Referenz ein Anschlußpunkt für den Lagesensor vorgesehen, wobei die Position des Anschlußpunktes im Raum und damit auch zum Isozentrum genau vermessen ist, so daß die exakte räumliche Lage des Lagesensors bzw. einzelner gewünschter Punkte auf dem 45 Lagesensor in Relation zu dem definierten Anschlußpunkt ermittelt werden können.

Es ist auch möglich einen Referenzpunkt zur Bestimmung der räumlichen Lage des Lagesensors zu erhalten, indem ein oder mehrere geeignete Marker auf bestimmten definierten Stellen des Lagesensors, welche nicht in den Körper 50 eingeführt werden, aufgebracht werden, welche durch geeignete Sensorelemente, wie z. B. Infrarotkameras, erfaßt werden können, um so einen räumlichen Referenzpunkt zu ermitteln.

55 Weiterhin bezieht sich die vorliegende Erfindung auf die Verwendung eines Lagesensors, insbesondere einer optischen Faser, zur Bestimmung der Position eines zu bestrahlenden Bereiches in einem Körper.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen zu bestrahlenden Patienten mit Tumor und eingeführtem Lagesensor; und

60 Fig. 2 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lagesensors.

Fig. 1 zeigt einen auf einer Patientenliege 9 eines Bestrahlungsgerätes (nicht gezeigt) liegenden Patienten 1 mit zu bestrahlendem Tumor 2. In der Mitte des Tumors 2 befin-

det sich der als Isozentrum bezeichnete Strahlenfokus z. B. eines Linearbeschleunigers. Dabei soll der Patient 1 so positioniert werden, daß das Isozentrum 3 im Zentrum des zu bestrahlenden Tumors 2 liegt.

Ein als Lagesensor dienendes Glasfaserkabel 6 ist an seinem äußeren Ende 7 an einer Steuervorrichtung 8 angebracht, so daß die Position und der Richtungsvektor des abgehenden Glasfaserkabels 6 durch den als Referenzpunkt dienenden Anschlußpunkt eindeutig definiert ist, um so eine eindeutige Information bezüglich der Lage eines bestimmten oder mehrerer Punkte, vorzugsweise der Lage bzw. des Krümmungsverlaufes der gesamten Glasfaser 6, unter Verwendung dieses Referenzpunktes ermitteln zu können. Das andere Ende des Glasfaserkabels 6 ist in den Körper des Patienten 1 eingebracht und fest im Bereich des Tumors 2 verankert, wobei der Endpunkt 4 des Glasfaserkabels 6 nicht im Isozentrum 3 liegt. Unter Verwendung der durch die Auswerteeinheit 8 ermittelten Lageinformation bezüglich des Glasfaserkabels 6 kann z. B. durch die Bestimmung der Position des Endpunktes 4 und/oder eines weiteren beliebigen Punktes 5 auf dem Glasfaserkabel die absolute momentane Lage des Tumors 2 ermittelt werden, auch wenn sich dieser Tumor 2 z. B. aufgrund der Atmung des Patienten 1 bewegt. Sind z. B. die gezeigten Punkte 4 und 5 des Glasfaserkabels 6 in einem festen Lageverhältnis zu dem Tumor 2, so kann trotz einer Bewegung des Patienten 1 ermittelt werden, wie die momentane Position des Tumors 2 ist.

Basierend auf den Signalen zur Bestimmung der Position einzelner Punkte 4, 5 des Glasfaserkabels 6 kann die Auswerteeinheit 8 ermitteln, ob sich der Tumor 2 gerade im erlaubten Bereich um das Isozentrum befindet und die Patientenliege 9 zur Positionierung des Tumors 2 und/oder die Strahlenquelle geeignet ansteuern. Bewegt sich der Tumor 2 aus dem Isozentrum 3 heraus, so kann die Strahlenquelle abgeschaltet und erst dann wieder angeschaltet werden, wenn der Tumor 2 aufgrund einer Bewegung des Patienten 1 oder der Patientenliege 9 wieder in das Isozentrum 3 gelangt, was auch als "gating" bezeichnet wird.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lagesensors. Hierbei ist ein Glasfaserkabel 6, welches als Lagesensor dient, von einem Mantel 10 umgeben.

Innerhalb des Mantels 10 sind umlaufend um das Glasfaserkabel 6 ein oder mehrere Streifen 11 aus Kunststoff oder einem anderen Material angeordnet, so daß durch von außen bewirktes Verschieben eines Streifens 11 oder der relativen Lage der Streifen 11 zueinander das Glasfaserkabel 6 z. B. während des Einführens in ein Gewebe geeignet gekrümmt werden kann, um z. B. das Glasfaserkabel 6 um einen Knochen herumzuführen.

Im vorderen Endbereich des Glasfaserkabels 6 sind ein oder mehrere ausfahrbare Elemente 12 angeordnet, welche von einem durch den Pfeil 13 angedeuteten entfernten Ende des Glasfaserkabels 6 verschoben werden können, so daß diese Elemente 12 nach erfolgtem Einführen des Glasfaserkabels 6 aus der Mantelfläche des umgebenden Mantels 10 ausgefahren werden können, um so das Glasfaserkabel 6 in einem Gewebe, an einem Knochen, oder Ähnlichem mittels der ausfahrbaren Elemente 12 zu verankern.

Um das Einführen des Glasfaserkabels 6 zu erleichtern ist im vorderen Endbereich ein Endoskop 14 vorgesehen, so daß während des Einführvorganges von außerhalb des Körpers festgestellt werden kann, ob sich das Glasfaserkabel 6 in einem gewünschten Gewebereich befindet.

Nach erfolgtem Einführen des Glasfaserkabels 6 kann z. B. einer oder mehrere der optional vorgesehenen Referenzpunkte 15 verwendet werden, um die genaue Lage des zu bestrahlenden Tumors durch ein definiertes Lageverhältnis des Tumors zu einem oder mehreren der Referenzpunkte

15 zu ermitteln.

Es ist natürlich möglich einzelne der gezeigten Elemente, wie z. B. das ausfahrbare Element 12 oder das Endoskop 14, mehrfach vorzusehen oder vollständig wegzulassen, wobei mit dem jeweils verwendeten Lagesensor eine genaue Positionierung des zu bestrahlenden Bereiches vorgenommen werden kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Positionierung eines Körpers (1) für eine Bestrahlung mit den Schritten:

- a) Einführen eines Lagesensors (6) in den Körper (1);
- b) Ermitteln der Lage des Sensors (6) relativ zu einem zu bestrahlenden Punkt bzw. Volumen (2); und
- c) Positionieren des Körpers (1) mittels der Signale des Lagesensors (6), so daß der zu bestrahlende Punkt bzw. das zu bestrahlende Volumen (2) in bzw. in einem bestimmten Bereich um ein Isozentrum (3) liegen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein oder mehrere Referenzpunkte (4, 5) des Lagesensors (6) zur Bestimmung der Lage des Sensors (6) relativ zu dem zu bestrahlenden Punkt bzw. Volumen (2) verwendet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Lageverhältnis des Sensors (6) durch Bestimmung des Abstandes und der Richtung von mindestens einem Referenzpunktes (4, 5) zu einem zu bestrahlenden Punkt bzw. Volumen (2) ermittelt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei der Lagesensor (6) relativ verschiebungssicher im zu bestrahlenden Körper (1) bezüglich der zu bestrahlenden Stelle bzw. dem Bereich (2) fixiert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ermittlung der Lage des Lagesensors (6) mittels einer Computertomographie oder Kernspintomographie erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei der Einführung des Lagesensors (6) ein optisches Verfahren, insbesondere Endoskopie, verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Positionierung des Körpers (1) durch ein Verschieben des Körpers (1), insbesondere auf einem Tisch bzw. einer Liege (9) erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Bestrahlung unterbrochen wird, wenn die Signale des Lagesensors (6) anzeigen, daß die zu bestrahlende Stelle (2) außerhalb eines definierten Bereichs um das Isozentrum (3) liegen.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Neupositionierung des Körpers (1) erfolgt, wenn die Signale des Lagesensors (6) anzeigen, daß der Körper (1) bzw. der zu bestrahlende Punkt oder Bereich (2) außerhalb eines gewünschten Bereiches, insbesondere eines Isozentrums (3) liegen.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Signale des Lagesensors zur Steuerung einer Strahlenquelle verwendet werden.

11. Vorrichtung zur Positionierung eines Körpers (1) mit:

- a) einem Lagesensor (6), welcher in den Körper (1) einbringbar ist;
- b) einer steuerbaren Vorrichtung (9) zur Bewegung des Körpers (1);

- c) einer Steuervorrichtung (8), welche die steuerbare Vorrichtung (9) zur Bewegung des Körpers (1) in Abhängigkeit von den durch den Lagesensor (6) ermittelten Signalen ansteuert.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagesensor (6) ein Biegesensor ist. 5
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagesensor (6) eine optische Faser, insbesondere eine Glasfaser ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, 10  
dadurch gekennzeichnet, daß an dem Lagesensor (6) Einbringhilfen (10, 11, 14) vorgesehen sind.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Referenzpunkt (7) zum Anschluß des Lagesensors (6) vorgesehen ist. 15
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein optisches System zur Bestimmung der Position eines Referenzpunktes des Lagesensors (6) vorgesehen ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, 20  
dadurch gekennzeichnet, daß eine Strahlenquelle vorgesehen ist, welche in Abhängigkeit der durch den Lagesensor (6) ermittelten Signale angesteuert werden kann.
18. Sensor (6) zur Bestimmung der räumlichen Lage 25  
eines oder mehrerer Punkte auf dem Sensor (6), gekennzeichnet durch ein optisches Instrument, insbesondere ein Endoskop (14), welches mit dem Sensor (6) verbunden ist.
19. Verwendung eines Lagesensors (6), insbesondere 30  
einer optischen Faser, zur räumlichen Bestimmung der Lage eines zu bestrahlenden Bereichs (2) in einem Körper (1) oder im Raum.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

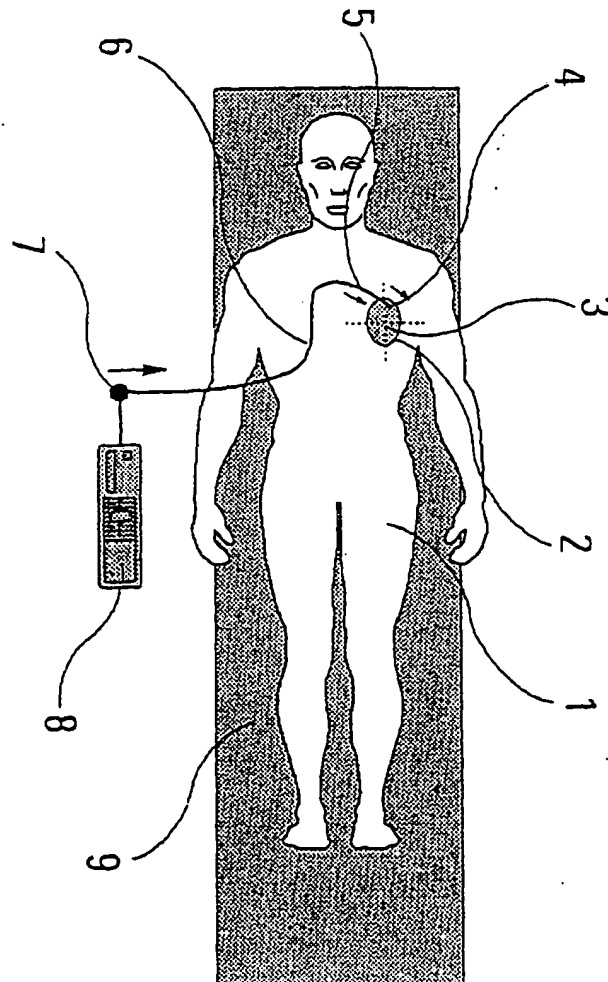
55

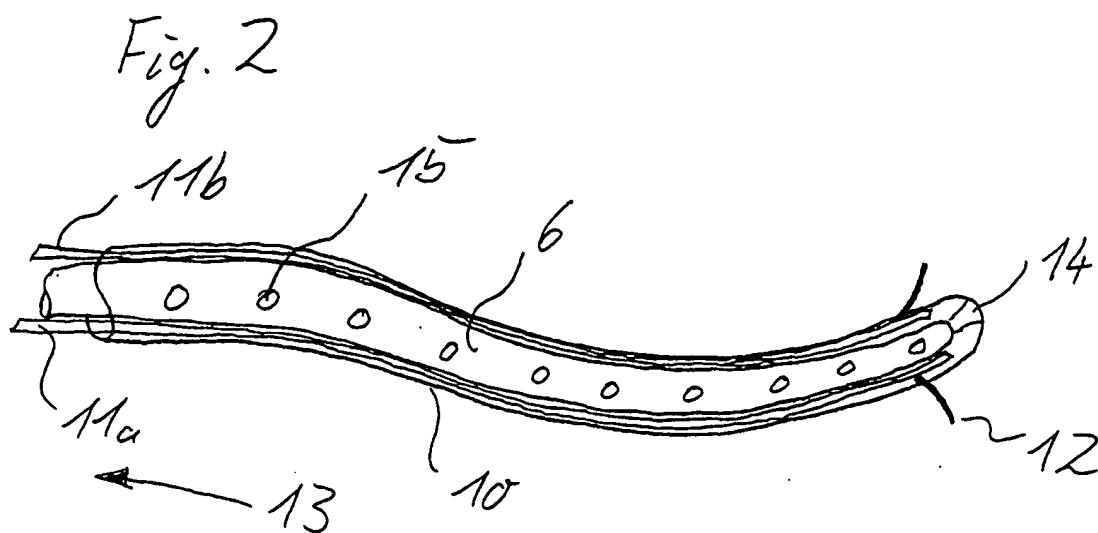
60

65

- Leerseite -

Fig. 1







**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**